A Propiedades del agua

TABLA A.1 Unidades del SI [101 kPa (abs)].

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m^3)	Densidad ρ (kg/m^3)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m^2/s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

TABLA A.2 Unidades del Sistema Inglés (14.7 psia).

Temperatura (°F)	Peso específico γ (lb/pie^3)	Densidad ρ (slugs/pie^3)	Viscosidad dinámica η (lb-s/pie^2)	Viscosidad cinemática ν (pie^2/s)
32	62.4	1.94	3.66×10^{-5}	1.89×10^{-5}
40	62.4	1.94	3.23×10^{-5}	1.67×10^{-5}
50	62.4	1.94	2.72×10^{-5}	1.40×10^{-5}
60	62.4	1.94	2.35×10^{-5}	1.21×10^{-5}
70	62.3	1.94	2.04×10^{-5}	1.05×10^{-5}
80	62.2	1.93	1.77×10^{-5}	9.15×10^{-6}
90	62.1	1.93	1.60×10^{-5}	8.29×10^{-6}
100	62.0	1.93	1.42×10^{-5}	7.37×10^{-6}
110	61.9	1.92	1.26×10^{-5}	6.55×10^{-6}
120	61.7	1.92	1.14×10^{-5}	5.94×10^{-6}
130	61.5	1.91	1.05×10^{-5}	5.49×10^{-6}
140	61.4	1.91	9.60×10^{-6}	5.03×10^{-6}
150	61.2	1.90	8.90×10^{-6}	4.68×10^{-6}
160	61.0	1.90	8.30×10^{-6}	4.38×10^{-6}
170	60.8	1.89	7.70×10^{-6}	4.07×10^{-6}
180	60.6	1.88	7.23×10^{-6}	3.84×10^{-6}
190	60.4	1.88	6.80×10^{-6}	3.62×10^{-6}
200	60.1	1.87	6.25×10^{-6}	3.35×10^{-6}
212	59.8	1.86	5.89×10^{-6}	3.17×10^{-6}

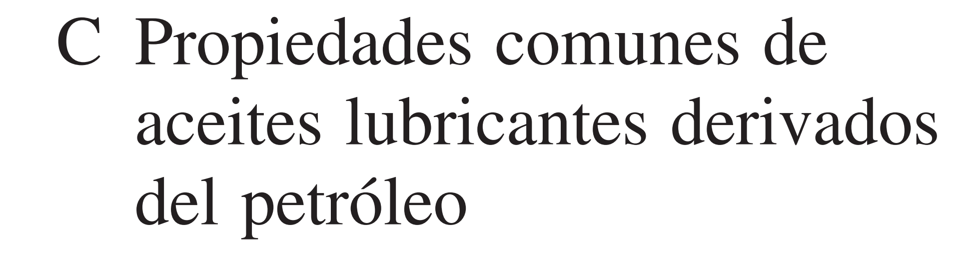
B Propiedades de los líquidos comunes

TABLA B.1 Unidades del SI [101 kPa (abs) y 25 °C].

	Gravedad específica sg	Peso específico γ (kN/m^3)	Densidad ρ (kg/m^3)	Viscosidad dinámica η ($Pa \cdot s$)	Viscosidad cinemática ν (m^2/s)
Acetona	0.787	7.72	787	3.16×10^{-4}	4.02×10^{-7}
Alcohol, etílico	0.787	7.72	787	1.00×10^{-3}	1.27×10^{-6}
Alcohol, metílico	0.789	7.74	789	5.60×10^{-4}	7.10×10^{-7}
Alcohol, propílico	0.802	7.87	802	1.92×10^{-3}	2.39×10^{-6}
Amoniaco hidratado (25%)	0.910	8.93	910	—	—
Benceno	0.876	8.59	876	6.03×10^{-4}	6.88×10^{-7}
Tetracloruro de carbono	1.590	15.60	1 590	9.10×10^{-4}	5.72×10^{-7}
Aceite de ricino	0.960	9.42	960	6.51×10^{-1}	6.78×10^{-4}
Etilenglicol	1.100	10.79	1 100	1.62×10^{-2}	1.47×10^{-5}
Gasolina	0.68	6.67	680	2.87×10^{-4}	4.22×10^{-7}
Glicerina	1.258	12.34	1 258	9.60×10^{-1}	7.63×10^{-4}
Queroseno	0.823	8.07	823	1.64×10^{-3}	1.99×10^{-6}
Aceite de linaza	0.930	9.12	930	3.31×10^{-2}	3.56×10^{-5}
Mercurio	13.54	132.8	13 540	1.53×10^{-3}	1.13×10^{-7}
Propano	0.495	4.86	495	1.10×10^{-4}	2.22×10^{-7}
Agua de mar	1.030	10.10	1 030	1.03×10^{-3}	1.00×10^{-6}
Aguarrás	0.870	8.53	870	1.37×10^{-3}	1.57×10^{-6}
Combustóleo, medio	0.852	8.36	852	2.99×10^{-3}	3.51×10^{-6}
Combustóleo, pesado	0.906	8.89	906	1.07×10^{-1}	1.18×10^{-4}

TABLA B.2 Unidades del Sistema Inglés (14.7 psia y 77 °F).

	Gravedad específica sg	Peso específico γ (lb/pie^3)	Densidad ρ (slugs/pie^3)	Viscosidad dinámica η (lb-s/pie^2)	Viscosidad cinemática ν (pie^2/s)
Acetona	0.787	48.98	1.53	6.60×10^{-6}	4.31×10^{-6}
Alcohol, etílico	0.787	49.01	1.53	2.10×10^{-5}	1.37×10^{-5}
Alcohol, metílico	0.789	49.10	1.53	1.17×10^{-5}	7.65×10^{-6}
Alcohol, propílico	0.802	49.94	1.56	4.01×10^{-5}	2.57×10^{-5}
Amoniaco hidratado (25%)	0.910	56.78	1.77	—	—
Benceno	0.876	54.55	1.70	1.26×10^{-5}	7.41×10^{-6}
Tetracloruro de carbono	1.590	98.91	3.08	1.90×10^{-5}	6.17×10^{-6}
Aceite de ricino	0.960	59.69	1.86	1.36×10^{-2}	7.31×10^{-3}
Etilenglicol	1.100	68.47	2.13	3.38×10^{-4}	1.59×10^{-4}
Gasolina	0.68	42.40	1.32	6.00×10^{-6}	4.55×10^{-6}
Glicerina	1.258	78.50	2.44	2.00×10^{-2}	8.20×10^{-3}
Queroseno	0.823	51.20	1.60	3.43×10^{-5}	2.14×10^{-5}
Aceite de linaza	0.930	58.00	1.80	6.91×10^{-4}	3.84×10^{-4}
Mercurio	13.54	844.9	26.26	3.20×10^{-5}	1.22×10^{-6}
Propano	0.495	30.81	0.96	2.30×10^{-6}	2.40×10^{-6}
Agua de mar	1.030	64.00	2.00	2.15×10^{-5}	1.08×10^{-5}
Aguarrás	0.870	54.20	1.69	2.87×10^{-5}	1.70×10^{-5}
Combustóleo, medio	0.852	53.16	1.65	6.25×10^{-5}	3.79×10^{-5}
Combustóleo, pesado	0.906	56.53	1.76	2.24×10^{-3}	1.27×10^{-3}

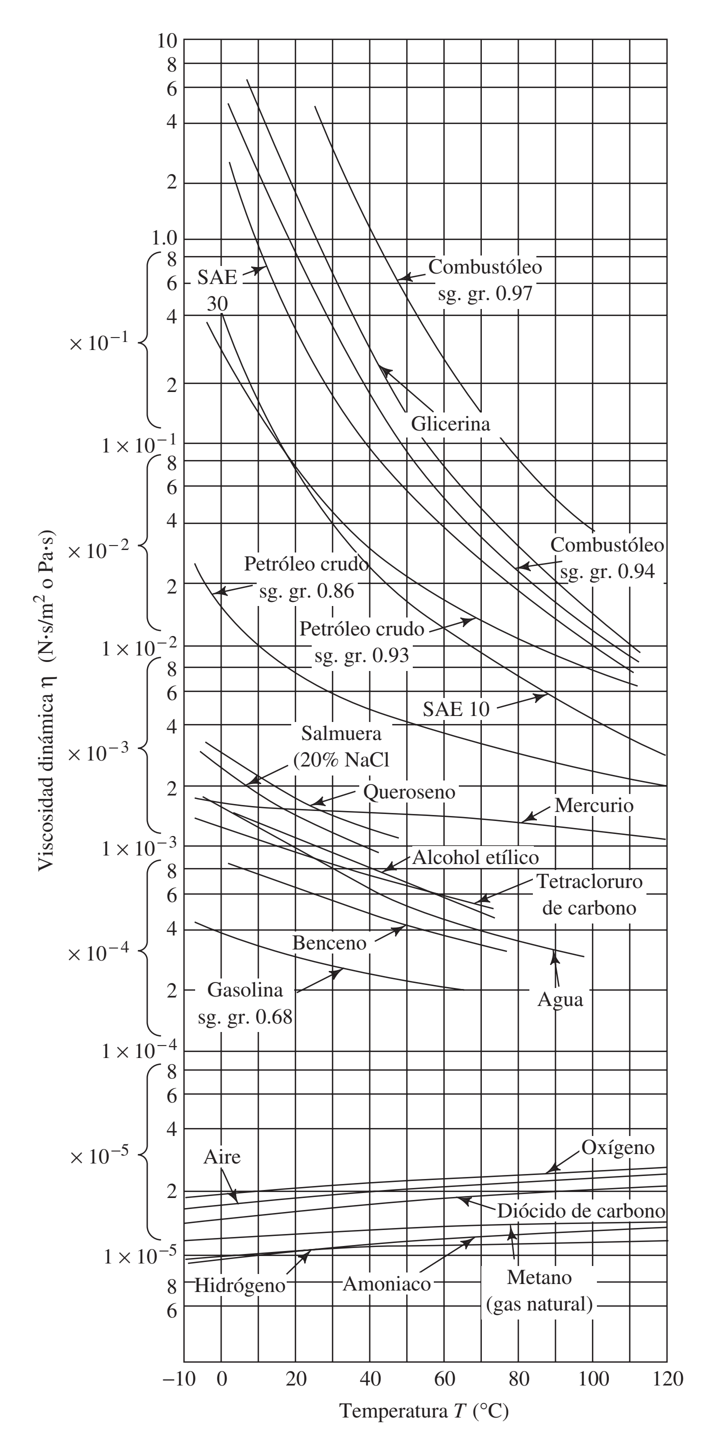


C Propiedades comunes de aceites lubricantes derivados del petróleo

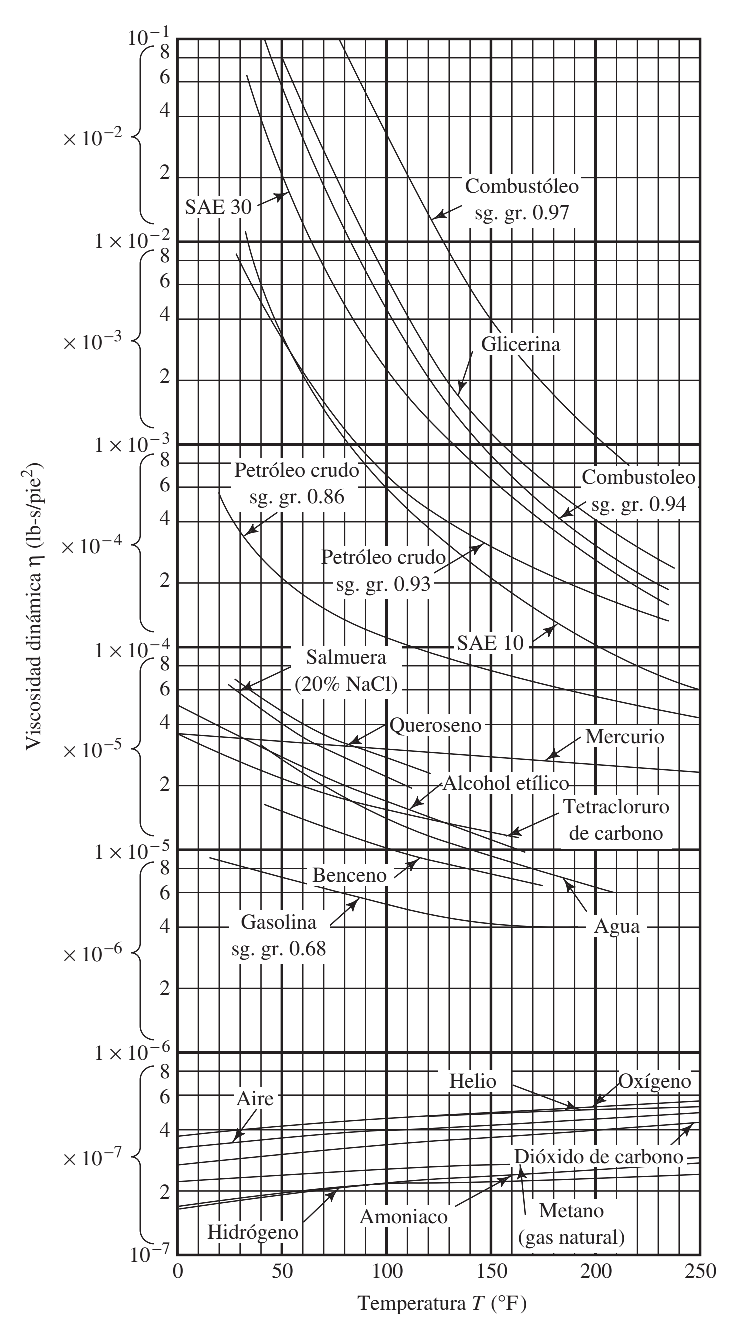
Tipo	Gravedad específica	Viscosidad cinemática ν: A 40 °C (104 °F) (m^2/s)	A 40 °C (104 °F) (pie^2/s)	A 100 °C (212 °F) (m^2/s)	A 100 °C (212 °F) (pie^2/s)	Índice de viscosidad
Sistemas hidráulicos automotrices	0.887	3.99×10^{-5}	4.30×10^{-4}	7.29×10^{-6}	7.85×10^{-5}	149
Sistemas hidráulicos de máquinas herramientas						
Ligero	0.887	3.20×10^{-5}	3.44×10^{-4}	4.79×10^{-6}	5.16×10^{-5}	46
Medio	0.895	6.70×10^{-5}	7.21×10^{-4}	7.29×10^{-6}	7.85×10^{-5}	53
Pesado	0.901	1.96×10^{-4}	2.11×10^{-3}	1.40×10^{-5}	1.51×10^{-4}	53
Temperatura baja	0.844	1.40×10^{-5}	1.51×10^{-4}	5.20×10^{-6}	5.60×10^{-5}	374
Aceites lubricantes de máquinas herramientas						
Ligero	0.881	2.20×10^{-5}	2.37×10^{-4}	3.90×10^{-6}	4.20×10^{-5}	40
Medio	0.915	6.60×10^{-5}	7.10×10^{-4}	7.00×10^{-6}	7.53×10^{-5}	41
Pesado	0.890	2.00×10^{-4}	2.15×10^{-3}	1.55×10^{-5}	1.67×10^{-4}	73

Nota: Consulte también las tablas 2.4 y 2.5 del capítulo 2, para ver las propiedades de los aceites de grado SAE de motores y trasmisiones.

D Variación de la viscosidad con la temperatura



Viscosidad dinámica *versus* temperatura —unidades del SI.



Viscosidad dinámica *versus* temperatura —unidades del Sistema Inglés.

E Propiedades del aire

TABLA E.1 Propiedades del aire *versus* temperatura en unidades del SI a la presión atmosférica estándar.

Temperatura T (°C)	**Densidad** ρ (kg/m^3)	**Peso específico** γ (N/m^3)	**Viscosidad dinámica** η (Pa·s)	**Viscosidad cinemática** ν (m^2/s)
−40	1.514	14.85	1.51×10^{-5}	9.98×10^{-6}
−30	1.452	14.24	1.56×10^{-5}	1.08×10^{-5}
−20	1.394	13.67	1.62×10^{-5}	1.16×10^{-5}
−10	1.341	13.15	1.67×10^{-5}	1.24×10^{-5}
0	1.292	12.67	1.72×10^{-5}	1.33×10^{-5}
10	1.247	12.23	1.77×10^{-5}	1.42×10^{-5}
20	1.204	11.81	1.81×10^{-5}	1.51×10^{-5}
30	1.164	11.42	1.86×10^{-5}	1.60×10^{-5}
40	1.127	11.05	1.91×10^{-5}	1.69×10^{-5}
50	1.092	10.71	1.95×10^{-5}	1.79×10^{-5}
60	1.060	10.39	1.99×10^{-5}	1.89×10^{-5}
70	1.029	10.09	2.04×10^{-5}	1.99×10^{-5}
80	0.9995	9.802	2.09×10^{-5}	2.09×10^{-5}
90	0.9720	9.532	2.13×10^{-5}	2.19×10^{-5}
100	0.9459	9.277	2.17×10^{-5}	2.30×10^{-5}
110	0.9213	9.034	2.22×10^{-5}	2.40×10^{-5}
120	0.8978	8.805	2.26×10^{-5}	2.51×10^{-5}

Nota: Las propiedades del aire en condiciones estándar a nivel del mar son las siguientes:

Temperatura	15 °C
Presión	101.325 kPa
Densidad	1.225 kg/m^3
Peso específico	12.01 N/m^3
Viscosidad dinámica	1.789×10^{-5} Pa·s
Viscosidad cinemática	1.46×10^{-5} m^2/s

TABLA E.2 Propiedades del aire *versus* temperatura en unidades del Sistema Inglés a la presión atmosférica estándar.

Temperatura T (°F)	Densidad ρ (slugs/pie^3)	Peso específico γ (lb/pie^3)	Viscosidad dinámica η (lb-s/pie^2)	Viscosidad cinemática ν (pie^2/s)
−40	2.94×10^{-3}	0.0946	3.15×10^{-7}	1.07×10^{-4}
−20	2.80×10^{-3}	0.0903	3.27×10^{-7}	1.17×10^{-4}
0	2.68×10^{-3}	0.0864	3.41×10^{-7}	1.27×10^{-4}
20	2.57×10^{-3}	0.0828	3.52×10^{-7}	1.37×10^{-4}
40	2.47×10^{-3}	0.0795	3.64×10^{-7}	1.47×10^{-4}
60	2.37×10^{-3}	0.0764	3.74×10^{-7}	1.58×10^{-4}
80	2.28×10^{-3}	0.0736	3.85×10^{-7}	1.69×10^{-4}
100	2.20×10^{-3}	0.0709	3.97×10^{-7}	1.80×10^{-4}
120	2.13×10^{-3}	0.0685	4.06×10^{-7}	1.91×10^{-4}
140	2.06×10^{-3}	0.0662	4.16×10^{-7}	2.02×10^{-4}
160	1.99×10^{-3}	0.0641	4.27×10^{-7}	2.15×10^{-4}
180	1.93×10^{-3}	0.0621	4.38×10^{-7}	2.27×10^{-4}
200	1.87×10^{-3}	0.0602	4.48×10^{-7}	2.40×10^{-4}
220	1.81×10^{-3}	0.0584	4.58×10^{-7}	2.52×10^{-4}
240	1.76×10^{-3}	0.0567	4.68×10^{-7}	2.66×10^{-4}

TABLA E.3 Propiedades de la atmósfera.

Unidades SI				Unidades del Sistema Inglés			
Altitud (m)	Temperatura T (°C)	Presión P (kPa)	Densidad ρ (kg/m^3)	Altitud (pies)	Temperatura T (°F)	Presión P (psi)	Densidad ρ (slugs/pie^3)
0	15.00	101.3	1.225	0	59.00	14.696	2.38×10^{-3}
200	13.70	98.9	1.202	500	57.22	14.433	2.34×10^{-3}
400	12.40	96.6	1.179	1000	55.43	14.173	2.25×10^{-3}
600	11.10	94.3	1.156	5000	41.17	12.227	2.05×10^{-3}
800	9.80	92.1	1.134	10000	23.34	10.106	1.76×10^{-3}
1000	8.50	89.9	1.112	15000	5.51	8.293	1.50×10^{-3}
2000	2.00	79.5	1.007	20000	−12.62	6.753	1.27×10^{-3}
3000	−4.49	70.1	0.9093	30000	−47.99	4.365	8.89×10^{-4}
4000	−10.98	61.7	0.8194	40000	−69.70	2.720	5.85×10^{-4}
5000	−17.47	54.0	0.7364	50000	−69.70	1.683	3.62×10^{-4}
10000	−49.90	26.5	0.4135	60000	−69.70	1.040	2.24×10^{-4}
15000	−56.50	12.11	0.1948	70000	−67.30	0.644	1.38×10^{-4}
20000	−56.50	5.53	0.0889	80000	−61.81	0.400	8.45×10^{-5}
25000	−51.60	2.55	0.0401	90000	−56.32	0.251	5.22×10^{-5}
30000	−46.64	1.20	0.0184	100000	−50.84	0.158	3.25×10^{-5}

Datos tomados de *U.S. Standard Atmosphere,* 1976 NOAA-S/T76-1562. Washington, DC: National Oceanic and Atmospheric Administration.

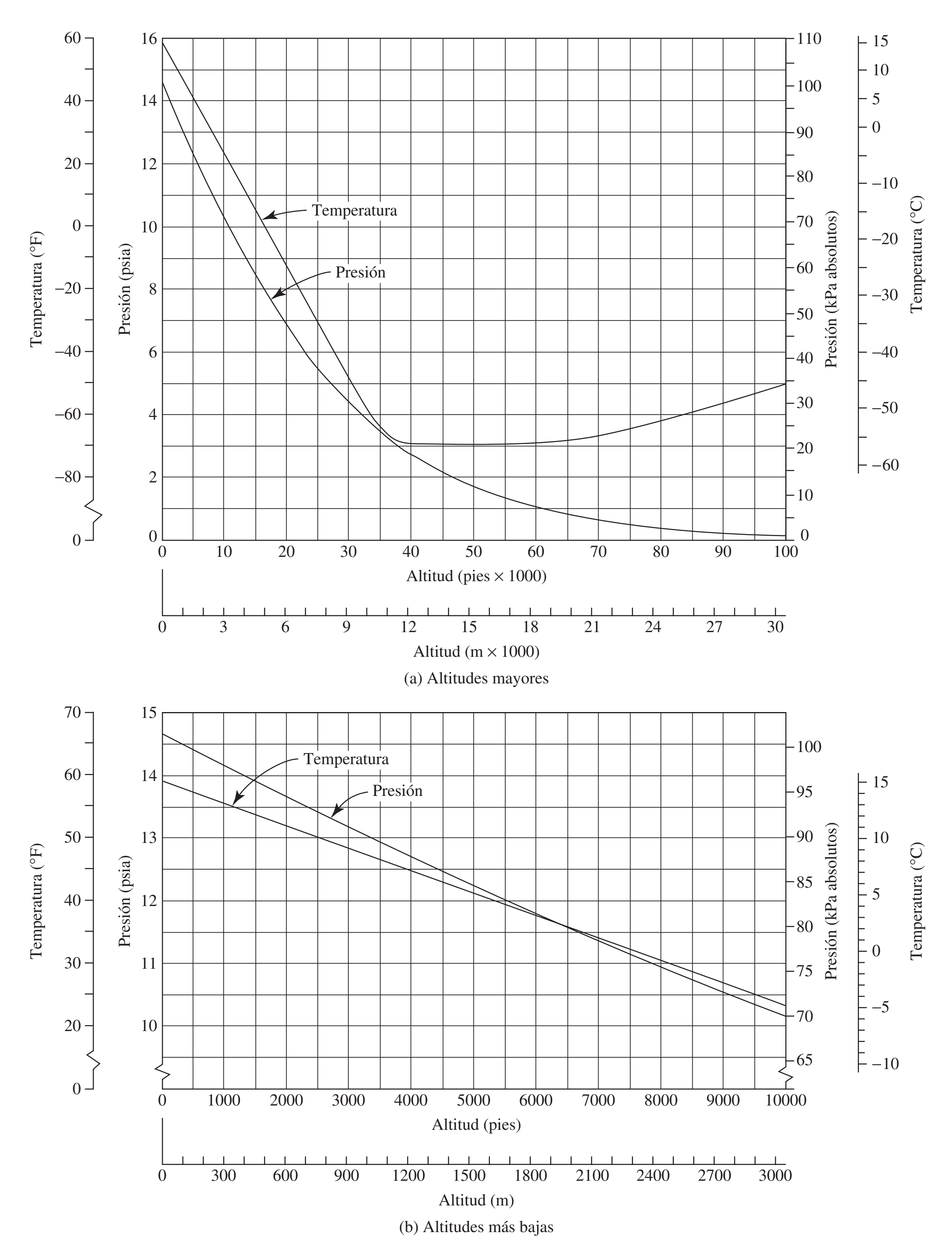


FIGURA E.1 Propiedades de la atmósfera estándar *versus* la altitud.



F Dimensiones de tuberías de acero

TABLA F.1 Cédula 40.

Tamaño nom. de tubería	Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior			Flujo de área	
(pulg)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pies)	(mm)	(pies^2)	(m^2)
⅛	0.405	10.3	0.068	1.73	0.269	0.0224	6.8	0.000 394	3.660×10^{-5}
¼	0.540	13.7	0.088	2.24	0.364	0.0303	9.2	0.000 723	6.717×10^{-5}
⅜	0.675	17.1	0.091	2.31	0.493	0.0411	12.5	0.001 33	1.236×10^{-4}
½	0.840	21.3	0.109	2.77	0.622	0.0518	15.8	0.002 11	1.960×10^{-4}
¾	1.050	26.7	0.113	2.87	0.824	0.0687	20.9	0.003 70	3.437×10^{-4}
1	1.315	33.4	0.133	3.38	1.049	0.0874	26.6	0.006 00	5.574×10^{-4}
1¼	1.660	42.2	0.140	3.56	1.380	0.1150	35.1	0.010 39	9.653×10^{-4}
1½	1.900	48.3	0.145	3.68	1.610	0.1342	40.9	0.014 14	1.314×10^{-3}
2	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723	52.5	0.023 33	2.168×10^{-3}
2½	2.875	73.0	0.203	5.16	2.469	0.2058	62.7	0.033 26	3.090×10^{-3}
3	3.500	88.9	0.216	5.49	3.068	0.2557	77.9	0.051 32	4.768×10^{-3}
3½	4.000	101.6	0.226	5.74	3.548	0.2957	90.1	0.068 68	6.381×10^{-3}
4	4.500	114.3	0.237	6.02	4.026	0.3355	102.3	0.088 40	8.213×10^{-3}
5	5.563	141.3	0.258	6.55	5.047	0.4206	128.2	0.139 0	1.291×10^{-2}
6	6.625	168.3	0.280	7.11	6.065	0.5054	154.1	0.200 6	1.864×10^{-2}
8	8.625	219.1	0.322	8.18	7.981	0.6651	202.7	0.347 2	3.226×10^{-2}
10	10.750	273.1	0.365	9.27	10.020	0.8350	254.5	0.547 9	5.090×10^{-2}
12	12.750	323.9	0.406	10.31	11.938	0.9948	303.2	0.777 1	7.219×10^{-2}
14	14.000	355.6	0.437	11.10	13.126	1.094	333.4	0.939 6	8.729×10^{-2}
16	16.000	406.4	0.500	12.70	15.000	1.250	381.0	1.227	0.1140
18	18.000	457.2	0.562	14.27	16.876	1.406	428.7	1.553	0.1443
20	20.000	508.0	0.593	15.06	18.814	1.568	477.9	1.931	0.1794
24	24.000	609.6	0.687	17.45	22.626	1.886	574.7	2.792	0.2594

TABLA F.2 Cédula 80.

Tamaño nom. de tubería	Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior			Flujo de área	
(pulg)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pies)	(mm)	($pies^2$)	(m^2)
⅛	0.405	10.3	0.095	2.41	0.215	0.017 92	5.5	0.000 253	2.350×10^{-5}
¼	0.540	13.7	0.119	3.02	0.302	0.025 17	7.7	0.000 497	4.617×10^{-5}
⅜	0.675	17.1	0.126	3.20	0.423	0.035 25	10.7	0.000 976	9.067×10^{-5}
½	0.840	21.3	0.147	3.73	0.546	0.045 50	13.9	0.001 625	1.510×10^{-4}
¾	1.050	26.7	0.154	3.91	0.742	0.061 83	18.8	0.003 00	2.787×10^{-4}
1	1.315	33.4	0.179	4.55	0.957	0.079 75	24.3	0.004 99	4.636×10^{-4}
1¼	1.660	42.2	0.191	4.85	1.278	0.106 5	32.5	0.008 91	8.278×10^{-4}
1½	1.900	48.3	0.200	5.08	1.500	0.125 0	38.1	0.012 27	1.140×10^{-3}
2	2.375	60.3	0.218	5.54	1.939	0.161 6	49.3	0.020 51	1.905×10^{-3}
2½	2.875	73.0	0.276	7.01	2.323	0.193 6	59.0	0.029 44	2.735×10^{-3}
3	3.500	88.9	0.300	7.62	2.900	0.241 7	73.7	0.045 90	4.264×10^{-3}
3½	4.000	101.6	0.318	8.08	3.364	0.280 3	85.4	0.061 74	5.736×10^{-3}
4	4.500	114.3	0.337	8.56	3.826	0.318 8	97.2	0.079 86	7.419×10^{-3}
5	5.563	141.3	0.375	9.53	4.813	0.401 1	122.3	0.126 3	1.173×10^{-2}
6	6.625	168.3	0.432	10.97	5.761	0.480 1	146.3	0.181 0	1.682×10^{-2}
8	8.625	219.1	0.500	12.70	7.625	0.635 4	193.7	0.317 4	2.949×10^{-2}
10	10.750	273.1	0.593	15.06	9.564	0.797 0	242.9	0.498 6	4.632×10^{-2}
12	12.750	323.9	0.687	17.45	11.376	0.948 0	289.0	0.705 6	6.555×10^{-2}
14	14.000	355.6	0.750	19.05	12.500	1.042	317.5	0.852 1	7.916×10^{-2}
16	16.000	406.4	0.842	21.39	14.314	1.193	363.6	1.117	0.1038
18	18.000	457.2	0.937	23.80	16.126	1.344	409.6	1.418	0.1317
20	20.000	508.0	1.031	26.19	17.938	1.495	455.6	1.755	0.1630
24	24.000	609.6	1.218	30.94	21.564	1.797	547.7	2.535	0.2344

G Dimensiones de tubos de acero

Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior			Flujo de área	
(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pies)	(mm)	(pie^2)	(m^2)
1/8	3.18	0.032	0.813	0.061	0.00508	1.549	2.029×10^{-5}	1.885×10^{-6}
		0.035	0.889	0.055	0.00458	1.397	1.650×10^{-5}	1.533×10^{-6}
3/16	4.76	0.032	0.813	0.124	0.01029	3.137	8.319×10^{-5}	7.728×10^{-6}
		0.035	0.889	0.117	0.00979	2.985	7.530×10^{-5}	6.996×10^{-6}
1/4	6.35	0.035	0.889	0.180	0.01500	4.572	1.767×10^{-4}	1.642×10^{-5}
		0.049	1.24	0.152	0.01267	3.861	1.260×10^{-4}	1.171×10^{-5}
5/16	7.94	0.035	0.889	0.243	0.02021	6.160	3.207×10^{-4}	2.980×10^{-5}
		0.049	1.24	0.215	0.01788	5.448	2.509×10^{-4}	2.331×10^{-5}
3/8	9.53	0.035	0.889	0.305	0.02542	7.747	5.074×10^{-4}	4.714×10^{-5}
		0.049	1.24	0.277	0.02308	7.036	4.185×10^{-4}	3.888×10^{-5}
1/2	12.70	0.049	1.24	0.402	0.03350	10.21	8.814×10^{-4}	8.189×10^{-5}
		0.065	1.65	0.370	0.03083	9.40	7.467×10^{-4}	6.937×10^{-5}
5/8	15.88	0.049	1.24	0.527	0.04392	13.39	1.515×10^{-3}	1.407×10^{-4}
		0.065	1.65	0.495	0.04125	12.57	1.336×10^{-3}	1.242×10^{-4}
3/4	19.05	0.049	1.24	0.652	0.05433	16.56	2.319×10^{-3}	2.154×10^{-4}
		0.065	1.65	0.620	0.05167	15.75	2.097×10^{-3}	1.948×10^{-4}
7/8	22.23	0.049	1.24	0.777	0.06475	19.74	3.293×10^{-3}	3.059×10^{-4}
		0.065	1.65	0.745	0.06208	18.92	3.027×10^{-3}	2.812×10^{-4}
1	25.40	0.065	1.65	0.870	0.07250	22.10	4.128×10^{-3}	3.835×10^{-4}
		0.083	2.11	0.834	0.06950	21.18	3.794×10^{-3}	3.524×10^{-4}
1 1/4	31.75	0.065	1.65	1.120	0.09333	28.45	6.842×10^{-3}	6.356×10^{-4}
		0.083	2.11	1.084	0.09033	27.53	6.409×10^{-3}	5.954×10^{-4}
1 1/2	38.10	0.065	1.65	1.370	0.1142	34.80	1.024×10^{-2}	9.510×10^{-4}
		0.083	2.11	1.334	0.1112	33.88	9.706×10^{-3}	9.017×10^{-4}
1 3/4	44.45	0.065	1.65	1.620	0.1350	41.15	1.431×10^{-2}	1.330×10^{-3}
		0.083	2.11	1.584	0.1320	40.23	1.368×10^{-2}	1.271×10^{-3}
2	50.80	0.065	1.65	1.870	0.1558	47.50	1.907×10^{-2}	1.772×10^{-3}
		0.083	2.11	1.834	0.1528	46.58	1.835×10^{-2}	1.704×10^{-3}

H Dimensiones de tubos de cobre tipo K

Tamaño nominal	Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior			Flujo de área	
(pulg)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pies)	(mm)	(pies^2)	(m^2)
⅛	0.250	6.35	0.035	0.889	0.180	0.0150	4.572	1.767×10^{-4}	1.642×10^{-5}
¼	0.375	9.53	0.049	1.245	0.277	0.0231	7.036	4.185×10^{-4}	3.888×10^{-5}
⅜	0.500	12.70	0.049	1.245	0.402	0.0335	10.21	8.814×10^{-4}	8.189×10^{-5}
½	0.625	15.88	0.049	1.245	0.527	0.0439	13.39	1.515×10^{-3}	1.407×10^{-4}
⅝	0.750	19.05	0.049	1.245	0.652	0.0543	16.56	2.319×10^{-3}	2.154×10^{-4}
¾	0.875	22.23	0.065	1.651	0.745	0.0621	18.92	3.027×10^{-3}	2.812×10^{-4}
1	1.125	28.58	0.065	1.651	0.995	0.0829	25.27	5.400×10^{-3}	5.017×10^{-4}
1¼	1.375	34.93	0.065	1.651	1.245	0.1037	31.62	8.454×10^{-3}	7.854×10^{-4}
1½	1.625	41.28	0.072	1.829	1.481	0.1234	37.62	1.196×10^{-2}	1.111×10^{-3}
2	2.125	53.98	0.083	2.108	1.959	0.1632	49.76	2.093×10^{-2}	1.945×10^{-3}
2½	2.625	66.68	0.095	2.413	2.435	0.2029	61.85	3.234×10^{-2}	3.004×10^{-3}
3	3.125	79.38	0.109	2.769	2.907	0.2423	73.84	4.609×10^{-2}	4.282×10^{-3}
3½	3.625	92.08	0.120	3.048	3.385	0.2821	85.98	6.249×10^{-2}	5.806×10^{-3}
4	4.125	104.8	0.134	3.404	3.857	0.3214	97.97	8.114×10^{-2}	7.538×10^{-3}
5	5.125	130.2	0.160	4.064	4.805	0.4004	122.0	1.259×10^{-1}	1.170×10^{-2}
6	6.125	155.6	0.192	4.877	5.741	0.4784	145.8	1.798×10^{-1}	1.670×10^{-2}
8	8.125	206.4	0.271	6.883	7.583	0.6319	192.6	3.136×10^{-1}	2.914×10^{-2}
10	10.125	257.2	0.338	8.585	9.449	0.7874	240.0	4.870×10^{-1}	4.524×10^{-2}
12	12.125	308.0	0.405	10.287	11.315	0.9429	287.4	6.983×10^{-1}	6.487×10^{-2}



I Dimensiones de tuberías de hierro dúctil

TABLA I.1 Clase 150 para presión de servicio de 150 psi (1.03 MPa).

Tam. nominal de tuberías	Diámetro exterior		Espesor de pared		Diámetro interior			Área de flujo	
(pulg)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pies)	(mm)	(pies^2)	(m^2)
3	3.96	100.6	0.320	8.13	3.32	0.277	84.3	0.0601	5.585×10^{-3}
4	4.80	121.9	0.350	8.89	4.10	0.342	104.1	0.0917	8.518×10^{-3}
6	6.90	175.3	0.380	9.65	6.14	0.512	156.0	0.2056	1.910×10^{-2}
8	9.05	229.9	0.410	10.41	8.23	0.686	209.0	0.3694	3.432×10^{-2}
10	11.10	281.9	0.440	11.18	10.22	0.852	259.6	0.5697	5.292×10^{-2}
12	13.20	335.3	0.480	12.19	12.24	1.020	310.9	0.8171	7.591×10^{-2}
14	15.65	397.5	0.510	12.95	14.63	1.219	371.6	1.167	0.1085
16	17.80	452.1	0.540	13.72	16.72	1.393	424.7	1.525	0.1417
18	19.92	506.0	0.580	14.73	18.76	1.563	476.5	1.920	0.1783
20	22.06	560.3	0.620	15.75	20.82	1.735	528.8	2.364	0.2196
24	26.32	668.5	0.730	18.54	24.86	2.072	631.4	3.371	0.3132

J Áreas de círculos

TABLA J.1 Unidades del Sistema Inglés.

Diámetro		Área	
(pulg)	(pies)	($pulg^2$)	($pies^2$)
0.25	0.0208	0.0491	3.409×10^{-4}
0.50	0.0417	0.1963	1.364×10^{-3}
0.75	0.0625	0.4418	3.068×10^{-3}
1.00	0.0833	0.7854	5.454×10^{-3}
1.25	0.1042	1.227	8.522×10^{-3}
1.50	0.1250	1.767	1.227×10^{-2}
1.75	0.1458	2.405	1.670×10^{-2}
2.00	0.1667	3.142	2.182×10^{-2}
2.50	0.2083	4.909	3.409×10^{-2}
3.00	0.2500	7.069	4.909×10^{-2}
3.50	0.2917	9.621	6.681×10^{-2}
4.00	0.3333	12.57	8.727×10^{-2}
4.50	0.3750	15.90	0.1104
5.00	0.4167	19.63	0.1364
6.00	0.5000	28.27	0.1963
7.00	0.5833	38.48	0.2673
8.00	0.6667	50.27	0.3491
9.00	0.7500	63.62	0.4418
10.00	0.8333	78.54	0.5454
12.00	1.00	113.1	0.7854
18.00	1.50	254.5	1.767
24.00	2.00	452.4	3.142

TABLA J.2 Unidades SI.

Diámetro		Área	
(mm)	(m)	(mm^2)	(m^2)
6	0.006	28.27	2.827×10^{-5}
12	0.012	113.1	1.131×10^{-4}
18	0.018	254.5	2.545×10^{-4}
25	0.025	490.9	4.909×10^{-4}
32	0.032	804.2	8.042×10^{-4}
40	0.040	1257	1.257×10^{-3}
45	0.045	1590	1.590×10^{-3}
50	0.050	1963	1.963×10^{-3}
60	0.060	2827	2.827×10^{-3}
75	0.075	4418	4.418×10^{-3}
90	0.090	6362	6.362×10^{-3}
100	0.100	7854	7.854×10^{-3}
115	0.115	1.039×10^{4}	1.039×10^{-2}
125	0.125	1.227×10^{4}	1.227×10^{-2}
150	0.150	1.767×10^{4}	1.767×10^{-2}
175	0.175	2.405×10^{4}	2.405×10^{-2}
200	0.200	3.142×10^{4}	3.142×10^{-2}
225	0.225	3.976×10^{4}	3.976×10^{-2}
250	0.250	4.909×10^{4}	4.909×10^{-2}
300	0.300	7.069×10^{4}	7.069×10^{-2}
450	0.450	1.590×10^{5}	1.590×10^{-1}
600	0.600	2.827×10^{5}	2.827×10^{-1}

K Factores de conversión

Nota: En general, aquí se dan los factores de conversión con tres o cuatro cifras significativas. En la referencia 1 del capítulo 1, IEEE/ASTM Standard SI 10-2002, se dispone de valores más precisos.

TABLA K.1 Factores de conversión

Masa Unidad estándar del SI: kilogramo (kg). Unidad equivalente: $N \cdot s^2/m$.

$\frac{14.59\ \text{kg}}{\text{slug}}$ $\frac{32.174\ \text{lb}_m}{\text{slug}}$ $\frac{2.205\ \text{lb}_m}{\text{kg}}$ $\frac{453.6\ \text{gramos}}{\text{lb}_m}$ $\frac{2000\ \text{lb}_m}{\text{ton}_m}$ $\frac{1000\ \text{kg}}{\text{tonelada métrica}_m}$

Fuerza Unidad estándar del SI: newton (N). Unidad equivalente: $kg \cdot m/s^2$.

$\frac{4.448\ \text{N}}{\text{lb}_f}$ $\frac{10^5\ \text{dinas}}{\text{N}}$ $\frac{4.448 \times 10^5\ \text{dinas}}{\text{lb}_f}$ $\frac{224.8\ \text{lb}_f}{\text{kN}}$

Longitud

$\frac{3.281\ \text{pies}}{\text{m}}$ $\frac{39.37\ \text{pulg}}{\text{m}}$ $\frac{12\ \text{pulg}}{\text{pies}}$ $\frac{1.609\ \text{km}}{\text{mi}}$ $\frac{5280\ \text{pies}}{\text{mi}}$ $\frac{6076\ \text{pies}}{\text{milla náutica}}$

Área

$\frac{144\ \text{pulg}^2}{\text{pies}^2}$ $\frac{10.76\ \text{pies}^2}{\text{m}^2}$ $\frac{645.2\ \text{mm}^2}{\text{pulg}^2}$ $\frac{10^6\ \text{mm}^2}{\text{m}^2}$ $\frac{43{,}560\ \text{pies}^2}{\text{acre}}$ $\frac{10^4\ \text{m}^2}{\text{hectárea}}$

Volumen

$\frac{1728\ \text{pulg}^3}{\text{pies}^3}$ $\frac{231\ \text{pulg}^3}{\text{gal}}$ $\frac{7.48\ \text{gal}}{\text{pies}^3}$ $\frac{264.2\ \text{gal}}{\text{m}^3}$ $\frac{3.785\ \text{L}}{\text{gal}}$ $\frac{35.31\ \text{pies}^3}{\text{m}^3}$

$\frac{28.32\ \text{L}}{\text{pies}^3}$ $\frac{1000\ \text{L}}{\text{m}^3}$ $\frac{61.02\ \text{pulg}^3}{\text{L}}$ $\frac{1000\ \text{cm}^3}{\text{L}}$ $\frac{1.201\ \text{U.S. gal}}{\text{galón imperial}}$

Flujo volumétrico

$\frac{449\ \text{gal/min}}{\text{pies}^3/\text{s}}$ $\frac{35.31\ \text{pies}^3/\text{s}}{\text{m}^3/\text{s}}$ $\frac{15\ 850\ \text{gal/min}}{\text{m}^3/\text{s}}$ $\frac{3.785\ \text{L/min}}{\text{gal/min}}$

$\frac{60\ 000\ \text{L/min}}{\text{m}^3/\text{s}}$ $\frac{2119\ \text{pies}^3/\text{min}}{\text{m}^3/\text{s}}$ $\frac{16.67\ \text{L/min}}{\text{m}^3/\text{h}}$ $\frac{101.9\ \text{m}^3/\text{h}}{\text{pies}^3/\text{s}}$

Densidad **(masa/unidad de volumen)**

$\frac{515.4\ \text{kg/m}^3}{\text{slug/pies}^3}$ $\frac{1000\ \text{kg/m}^3}{\text{gramos/cm}^3}$ $\frac{32.17\ \text{lb}_m/\text{pies}^3}{\text{slug/pies}^3}$ $\frac{16.018\ \text{kg/m}^3}{\text{lb}_m/\text{pies}^3}$

Peso específico **(peso/unidad de volumen)**

$\frac{157.1\ \text{N/m}^3}{\text{lb}_f/\text{pies}^3}$ $\frac{1728\ \text{lb/pies}^3}{\text{lb/pulg}^3}$

Presión Unidad estándar del SI: pascal (Pa). Unidades equivalentes: N/m^2 o $kg/m{\cdot}s^2$.

$$\frac{144\ \text{lb/pies}^2}{\text{lb/pulg}^2} \quad \frac{47.88\ \text{Pa}}{\text{lb/pies}^2} \quad \frac{6895\ \text{Pa}}{\text{lb/pulg}^2} \quad \frac{1\ \text{Pa}}{\text{N/m}^2} \quad \frac{100\ \text{kPa}}{\text{bar}} \quad \frac{14.50\ \text{lb/pulg}^2}{\text{bar}}$$

$$\frac{27.68\ \text{pulgH}_2\text{O}}{\text{lb/pulg}^2} \quad \frac{249.1\ \text{Pa}}{\text{pulgH}_2\text{O}} \quad \frac{2.036\ \text{pulgHg}}{\text{lb/pulg}^2} \quad \frac{3386\ \text{Pa}}{\text{pulgHg}} \quad \frac{133.3\ \text{Pa}}{\text{mmHg}} \quad \frac{51.71\ \text{mmHg}}{\text{lb/pulg}^2}$$

$$\frac{14.696\ \text{lb/pulg}^2}{\text{atm. estándar}} \quad \frac{101.325\ \text{kPa}}{\text{atm. estándar}} \quad \frac{29.92\ \text{pulgHg}}{\text{atm. estándar}} \quad \frac{760.1\ \text{mmHg}}{\text{atm. estándar}}$$

Nota: Los factores de conversión basados en la altura de una columna de líquido (por ejemplo en pulg H_2O y mm Hg), y que su vez se basan en un campo gravitacional estándar ($g = 9.806\ 65\ m/s^2$), una densidad del agua igual a 1000 kg/m^3 y una densidad del mercurio de 13 595.1 kg/m^3, a veces reciben el nombre de valores convencionales para una temperatura de 0 °C o cercana a este valor. Las mediciones reales con tales fluidos pueden variar, debido a las diferencias en la gravedad local y la temperatura.

Energía Unidad estándar del SI: joule (J). Unidad equivalente: N·m o $kg{\cdot}m^2/s^2$.

$$\frac{1.356\ \text{J}}{\text{lb-pies}} \quad \frac{1.0\ \text{J}}{\text{N}\cdots\text{m}} \quad \frac{8.85\ \text{lb-pulg}}{\text{J}} \quad \frac{1.055\ \text{kJ}}{\text{Btu}} \quad \frac{3.600\ \text{kJ}}{\text{W}{\cdot}\text{h}} \quad \frac{778.17\ \text{pie-lb}}{\text{Btu}}$$

Potencia Unidad estándar del SI: (W) Unidad equivalente: J/s o N·m/s.

$$\frac{745.7\ \text{W}}{\text{hp}} \quad \frac{1.0\ \text{W}}{\text{N}{\cdot}\text{m/s}} \quad \frac{550\ \text{lb-pies/s}}{\text{hp}} \quad \frac{1.356\ \text{W}}{\text{lb-pies/s}} \quad \frac{3.412\ \text{Btu/h}}{\text{W}} \quad \frac{1.341\ \text{hp}}{\text{kW}}$$

Viscosidad dinámica Unidad estándar del SI: Pa·s o $N{\cdot}s/m^2$ (cP = centipoise)

$$\frac{47.88\ \text{Pa}{\cdot}\text{s}}{\text{lb-s/pies}^2} \quad \frac{10\ \text{poise}}{\text{Pa}{\cdot}\text{s}} \quad \frac{1000\ \text{cP}}{\text{Pa}{\cdot}\text{s}} \quad \frac{100\ \text{cP}}{\text{poise}} \quad \frac{1\ \text{cP}}{1\ \text{mPa}{\cdot}\text{s}}$$

Viscosidad cinemática Unidad estándar del SI: m^2/s (cSt = centistoke)

$$\frac{10.764\ \text{pies}^2/\text{s}}{\text{m}^2/\text{s}} \quad \frac{10^4\ \text{stoke}}{\text{m}^2/\text{s}} \quad \frac{10^6\ \text{cSt}}{\text{m}^2/\text{s}} \quad \frac{100\ \text{cSt}}{\text{stoke}} \quad \frac{1\ \text{cSt}}{1\ \text{mm}^2/\text{s}} \quad \frac{10^6\ \text{mm}^2/\text{s}}{\text{m}^2/\text{s}}$$

Consulte la sección 2.7.5 para la conversión a segundos Saybolt Universal.

Enfoque general para aplicar los factores de conversión. Acomodar los factores de conversión de la tabla, de tal manera que cuando se multiplique por una cantidad dada, las unidades originales se cancelen y queden las que se desean.

Ejemplo 1 Convertir 0.24 m^3/s a gal/min:

$$(0.24\ \text{m}^3/\text{s})\frac{15\ 850\ \text{gal/min}}{\text{m}^3/\text{s}} = 3804\ \text{gal/min}$$

Ejemplo 2 Convertir 150 gal/min a m^3/s:

$$(150\ \text{gal/min})\frac{1\ \text{m}^3/\text{s}}{15\ 850\ \text{gal/min}} = 9.46 \times 10^{-3}\ \text{m}^3/\text{s}$$

Conversiones de temperatura (consulte la sección 1.7)

Dada la temperatura Fahrenheit T_F en °F, la temperatura Celsius T_C en °C es

$$T_C = (T_F - 32)/1.8$$

Dada la temperatura T_C en °C, la temperatura T_F en °F es

$$T_F = 1.8T_C + 32$$

TABLA K.1 Factores de conversión (*continúa*).

Dada la temperatura T_C en °C, la temperatura absoluta T_K en K (kelvin) es

$$T_K = T_C + 273.15$$

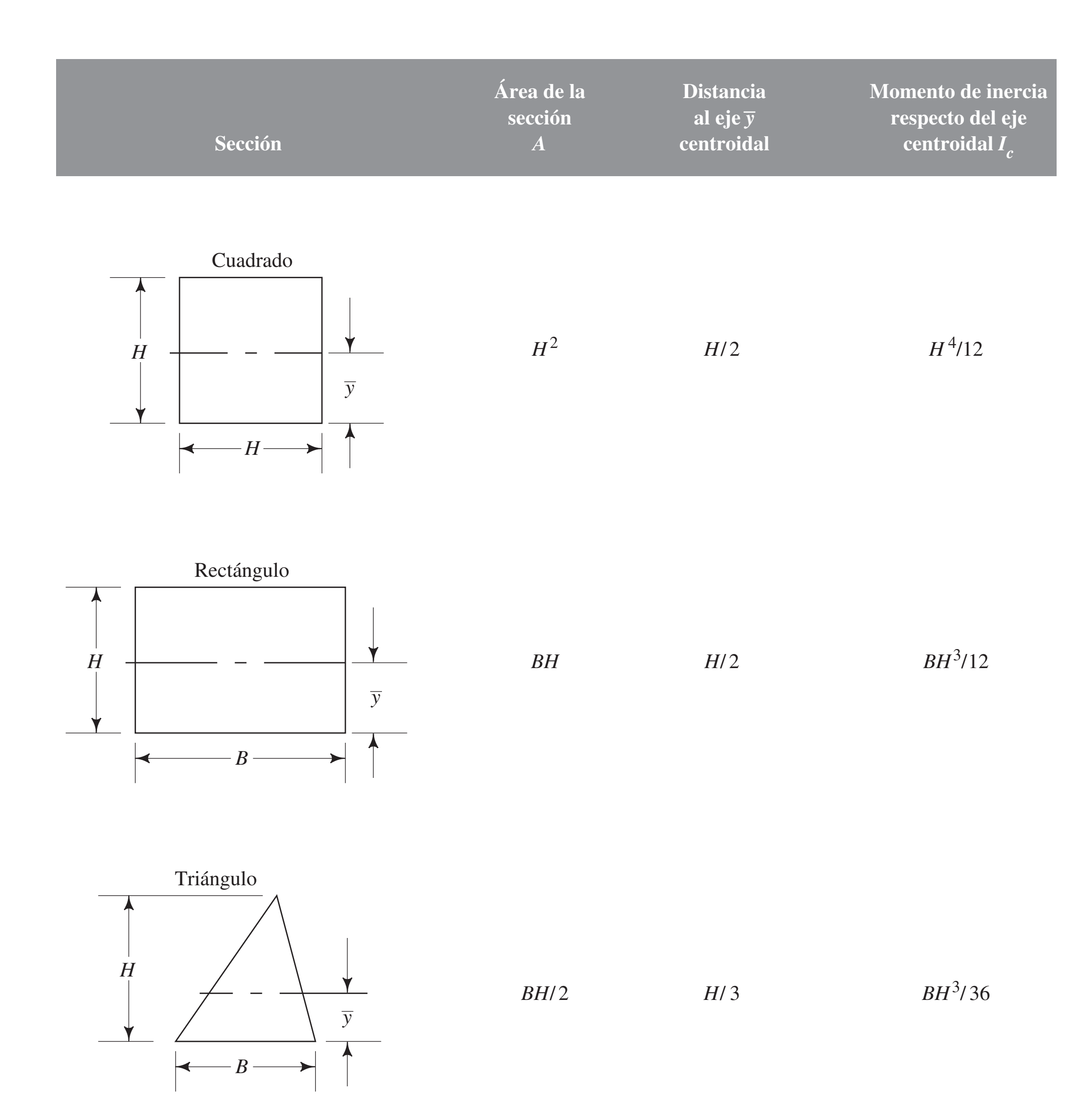
Dada la temperatura T_F en °F, la temperatura absoluta T_R en °R (grados Rankine) es

$$T_R = T_F + 459.67$$

Dada la temperatura T_F en °F, la temperatura absoluta T_K en K es

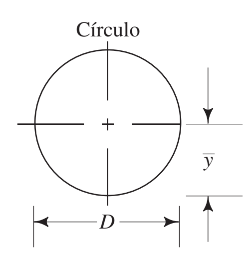
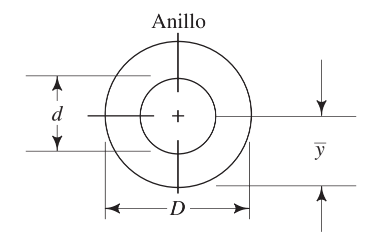
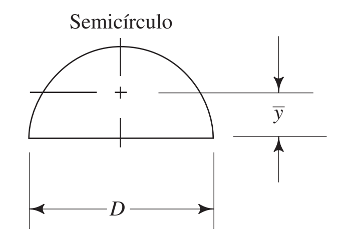
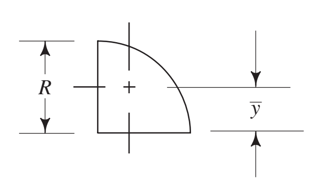
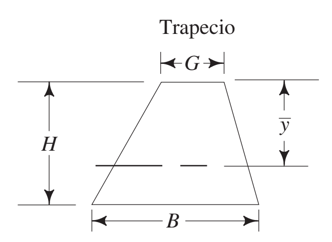
$$T_K = (T_F + 459.67)/1.8 = T_R/1.8$$

L Propiedades de las áreas

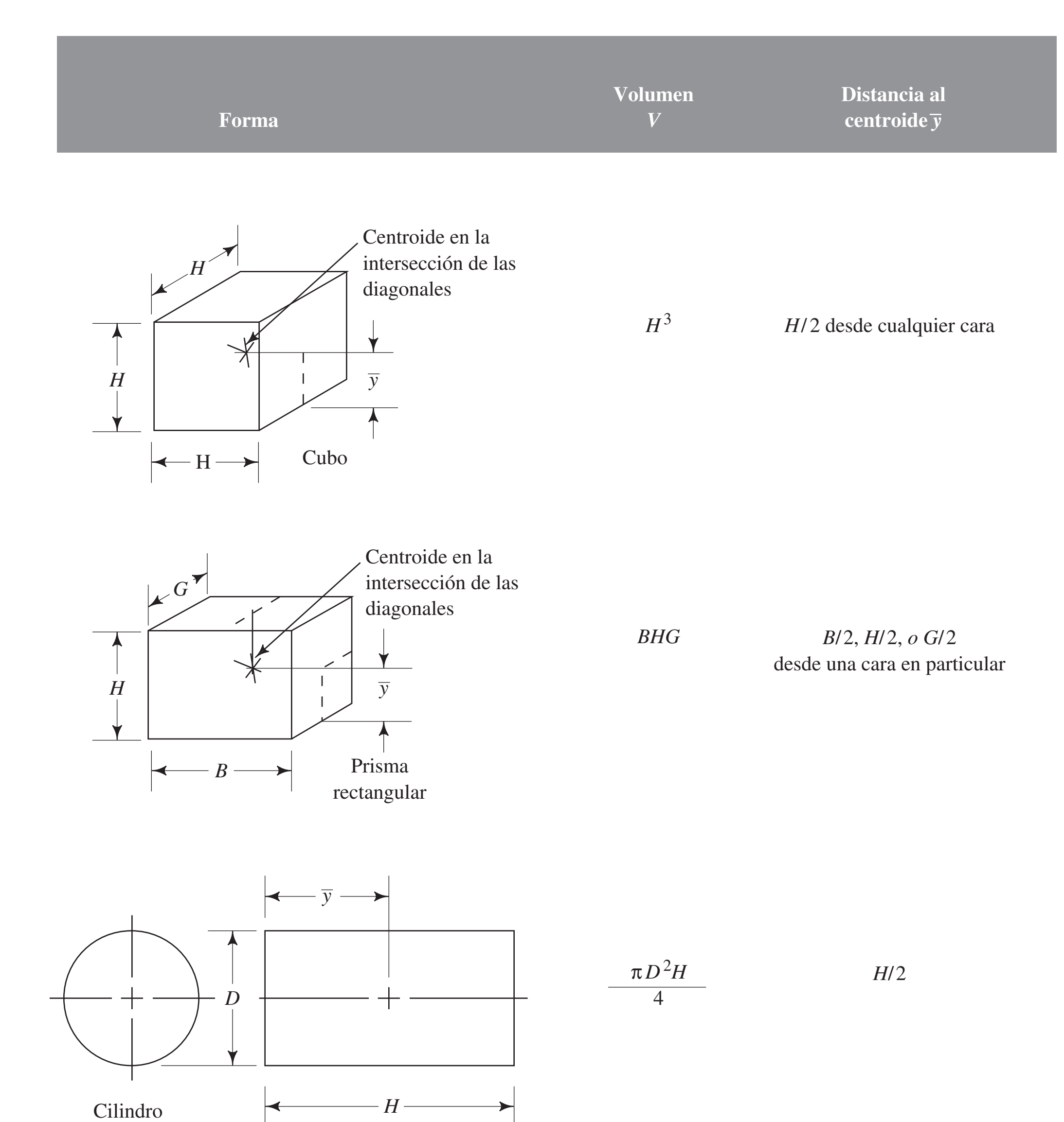


Sección	Área de la sección A	Distancia al eje $\overline{y}$ centroidal	Momento de inercia respecto del eje centroidal I_c
Cuadrado	H^2	$H/2$	$H^4/12$
Rectángulo	BH	$H/2$	$BH^3/12$
Triángulo	$BH/2$	$H/3$	$BH^3/36$

Propiedades de las áreas (*continúa*)

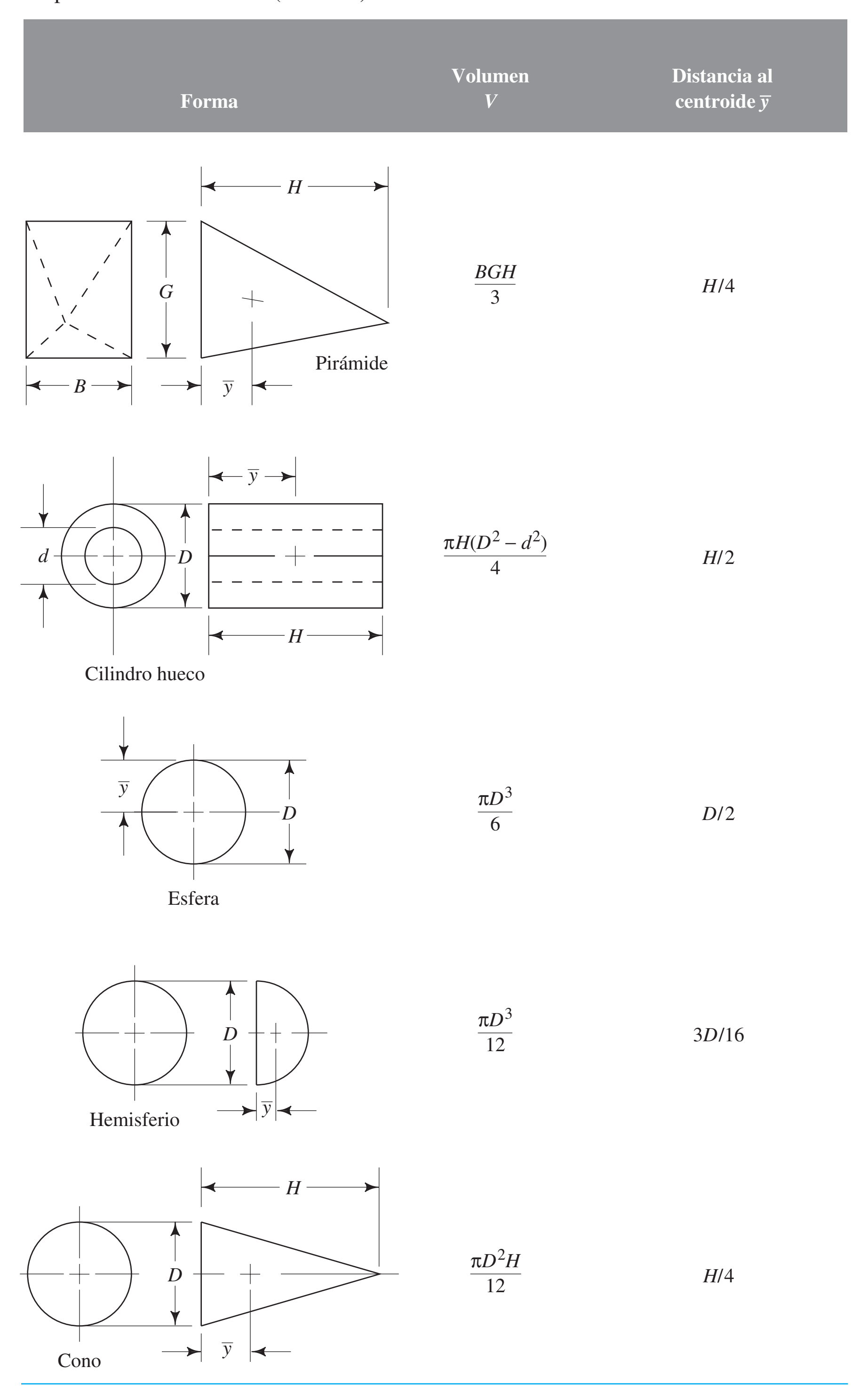
Sección	Área de la sección A	Distancia al eje $\overline{y}$ centroidal	Momento de inercia respecto del eje centroidal I_c
Círculo 	$\pi D^2/4$	$D/2$	$\pi D^4/64$
Anillo 	$\dfrac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$	$D/2$	$\dfrac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$
Semicírculo 	$\pi D^2/8$	$0.212D$	$(6.86 \times 10^{-3})D^4$
Cuadrante 	$\pi D^2/16$ $\pi R^2/4$	$0.212D$ $0.424R$	$(3.43 \times 10^{-3})D^4$ $(5.49 \times 10^{-2})R^4$
Trapecio 	$\dfrac{H(G + B)}{2}$	$\dfrac{H(G + 2B)}{3(G + B)}$	$\dfrac{H^3(G^2 + 4GB + B^2)}{36(G + B)}$

M Propiedades de los sólidos



Forma	Volumen V	Distancia al centroide $\bar{y}$
Cubo	H^3	$H/2$ desde cualquier cara
Prisma rectangular	BHG	$B/2$, $H/2$, o $G/2$ desde una cara en particular
Cilindro	$\frac{\pi D^2 H}{4}$	$H/2$

Propiedades de los sólidos (*continúa*)



Forma	Volumen V	Distancia al centroide $\overline{y}$
Pirámide	$\frac{BGH}{3}$	$H/4$
Cilindro hueco	$\frac{\pi H(D^2 - d^2)}{4}$	$H/2$
Esfera	$\frac{\pi D^3}{6}$	$D/2$
Hemisferio	$\frac{\pi D^3}{12}$	$3D/16$
Cono	$\frac{\pi D^2 H}{12}$	$H/4$

N Constante de los gases, exponente adiabático y relación de presión crítica para gases seleccionados

Gas	Constante del gas R		k	Relación de presión crítica
	$\frac{\text{pie·lb}}{\text{lb·°R}}$	$\frac{\text{N·m}}{\text{N·K}}$		
Aire	53.3	29.2	1.40	0.528
Amoniaco	91.0	49.9	1.32	0.542
Dióxido de carbono	35.1	19.3	1.30	0.546
Gas natural (común, depende del gas)	79.1	43.4	1.27	0.551
Nitrógeno	55.2	30.3	1.41	0.527
Oxígeno	48.3	26.5	1.40	0.528
Propano	35.0	19.2	1.15	0.574
Refrigerante 12	12.6	6.91	1.13	0.578